

基于 BitTorrent 的 P2P VOD 系统研究

张 敏,李玲娟,王汝传

(南京邮电大学 计算机学院,江苏 南京 210003)

摘 要:在基于 C/S 结构的集中服务式的传统视频点播系统中,服务器和网络带宽都会成为瓶颈,不能满足用户的需求。文中以消除传统视频点播系统中的瓶颈为目标,在视频点播系统中引入 P2P 技术,基于开源的高效文件共享和下载软件 BitTorrent,通过改进,设计了一种 P2P 视频点播系统。该系统采用了集中目录式 P2P 结构和基于分片机制的边下载边播放模式,引入并改进了多重滑动窗口模型,具有良好的响应特性。设计了一种先下载后观看的模式,该模式可在现有的网络条件下,提供非实时的高清影片点播业务。仿真实验结果表明文中的设计有效地解决了传统 VOD 系统的瓶颈问题。

关键词:对等网络;BitTorrent;视频点播;滑动窗口

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)10-0111-04

Research on BitTorrent - Based P2P VOD System

ZHANG Min, LI Ling-juan, WANG Ru-chuan

(College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: In the traditional video on demand system which adopts the central sever mode based on C/S structure, server and bandwidth become the bottleneck, so the system can't satisfy the request. In order to resolve this problem, P2P technology was introduced into video on demand system, and a P2P video on demand system was designed based on the improvement of open source BitTorrent software which is a good file sharing and download tools with high efficiency. The system adopted central directory P2P structure and the fragment-based pattern of playing along with downloading. Sliding window mechanism was adopted and extended. This design make the system gain well response performance. Furthermore, the system provides service of high definition films with the pattern of playing after downloading. The simulation results showed that the design can effectively resolve the bottleneck problem in traditional VOD system.

Key words: P2P; BitTorrent; video on demand; sliding window

0 引 言

VOD 视频点播^[1]系统能比传统的家庭 VCD/DVD 播放系统提供更多的片源,能更方便及时地播放,能为用户提供比有线电视更大的自主权,可以随时随地点播任意的内容^[2]。但是它的视频流所占用的网络带宽是原来文本流的成千上万倍,即使在宽带网络环境中,集中式服务器的带宽仍难以符合视频点播系统的要求,成为瓶颈,使得用户的服务质量 QoS (Quality of Service) 得不到保障^[3]。解决这个问题的关键是要消除集中式服务带来的系统瓶颈。一个较好的方法就是采用 P2P 技术^[4~7]使集中的服务分散化,平衡负

载。为此,文中设计了一种基于 P2P 的视频点播系统,系统中的每一个节点(Peer)既是“服务器(Server)”,又是“客户机(Client)”,每一个节点在向系统索取资源的同时,又将获取的资源共享给了其它节点,这就有效地减小了服务器的负载,达到了均衡负载的目的,使得服务器不再是系统的瓶颈。整体的架构采用了集中目录式 P2P 结构,使得系统具有良好的响应特性,同时又很好地实现各节点数据平等传递与接收。

BitTorrent^[8,9]是一种开源的高效文件共享和下载软件^[10],原始的 BitTorrent 是以乱序方式下载,这对于实时性没有要求的文件下载来说的确是有效地改善了文件下载的效率,也极大地优化了网络资源。然而,对于实时性要求非常严格的视频点播系统,播放器需要的多媒体数据要及时地下载到才能确保播放的流畅,否则播放器就会出现停顿现象,会极大地影响服务质量。因此要实现良好的 P2P 视频点播系统,首要问题就是确保一定范围内的媒体数据能被及时下载,此范围之外的数据可以放宽实时性的要求。

收稿日期:2010-01-29;修回日期:2010-04-30

基金项目:国家高技术研究发展计划(863 计划)(2006AA01Z439)

作者简介:张 敏(1986-),女,江苏徐州人,硕士研究生,研究方向为对等计算、数据挖掘等;李玲娟,教授,研究方向为网络安全、对等计算、数据挖掘、数据库新技术等;王汝传,教授,研究方向为计算机软件、计算机通信等。

为此,在文中设计的基于 P2P 的视频点播系统中对 BitTorrent 协议进行了改进^[11],采用了边下载边播放的模式,下载中对视频文件进行分片,使用了多点传输机制。在视频文件的传输过程中,分片的请求和响应策略是系统的核心。在实际的实现方案上,为了实现点播系统,系统引入了多重滑动窗口模型,有效规范了分片的请求。为了实现和优化系统的跳转性能,文中对多重滑动窗口进行了改进,实现了预取策略。在现有的网络条件下,为了满足用户高清影片的点播需求,系统中提供了一种先下载后观看的模式,以实现非实时的高清影片点播业务。

1 BitTorrent 协议的改进

1.1 P2P 结构的选择

以 BitTorrent 为基础,采用边下载边播放的模式实现 P2P 多媒体点播系统,首要问题是选择 BitTorrent 的 P2P 结构。由于集中目录式结构具有良好的时间性能,所以文中沿用 BitTorrent 的集中目录式机构。

1.2 BitTorrent 文件共享和传输机制的改进

BitTorrent 是广泛使用的 P2P 文件共享和下载软件,它的效率是毋庸置疑的,因此在对 BitTorrent 进行改进的过程中,文中尽量保留其优越的文件共享和传输机制。具体改进思路如下:

1) 抛弃随机的第一个分片,因为用户在点播节目时是从头开始的;

2) 在最少优先机制的使用方面:对于实时性要求很高的点播系统,要优先保证播放点附近的分片已经下载好了,在这个前提下,再运用最少优先机制,即限制其使用范围;

3) 抛弃 Tit-for-Tat 机制,以适应点播网络的封闭性。

1.3 引入滑动窗口机制

文件分片的请求策略对基于 BitTorrent 来实现的 P2P 视频点播系统是至关重要的。文中增加了滑动窗口机制,将整个文件的分片划分到两个窗口中,按照特定的机制从两个窗口中取分片加以请求。滑动窗口中的两个窗口为:紧急窗口和普通窗口,紧急窗口中的分片为播放点附近的分片,即播放器即将播放的文件分片,与播放器息息相关;普通窗口中的分片是除紧急窗口中分片以外的所有分片,它虽然也是播放器播放所需的数据,但在时间上不很急迫。要保证播放器的流畅播放,必须确保播放器播放点附近的文件分片能被及时下载。为此,在实际的文件分片请求过程中,要优先请求紧急窗口中的文件分片,当紧急窗口中的文件分片被请求完了或是下载完了,再请求普通窗口中的

文件分片。根据滑动窗口的原理,理论上能保证按特定的顺序来请求文件分片,在运行过程中,滑动窗口的变化如图 1 所示。

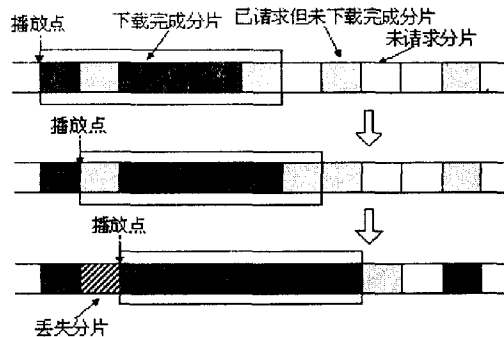


图 1 多层滑动窗口

1.4 滑动窗口的优化

为了实现点播时的跳转,文中运用预取机制,在整个文件的时间范围内,优先下载并存储一些分片,这样当定点跳转到预取得到的分片时,会有很好的跳转性能。

文中对上述的滑动窗口进行优化,加了高优先级窗口,见图 2 的(a)。

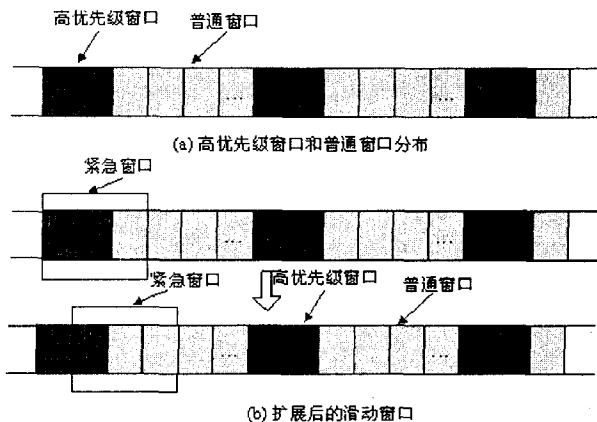


图 2 优化的多重滑动窗口

其内部的分片是要进行预取的,在整个文件的时间跨度上均匀地分布一些高优先级窗口,从而实现每隔一段时间就缓存一段影片文件数据,这样当跳转到预取点时,就可以有效地减小跳转后的延迟。在具体的设计和实现中,用固定的文件分片数来代替固定的时间间隔,这样系统更加简洁和易于扩展,扩展后的滑动窗口是一个三级窗口,其结构如图 2 的(b)所示。

2 具体函数的改进

BitTorrent 的类 ChunkSelector 的作用是决定要请求哪个分片。如前所述,原始的 BitTorrent 的下载是个乱序的过程,分片的请求是在得到的最少优先队列中进行的,这在 P2P 视频点播系统中是不可行的。为

此,对类 ChunkSelector 增加相应的变量和函数,并且修改 ChunkSelector::find (PeerChunks * pc, bool high-Priority)的程序段,使分片的选择过程先在紧急窗口中找,当紧急窗口的分片请求完成之后,就在高优先级窗口中找,高优先级窗口中分片请求完毕之后,就在普通优先级窗口中查找需要请求的分片。

3 基于 BitTorrent 的 P2P VOD 系统架构

基于 BitTorrent 的 P2P VOD 系统的总体结构如图 3 所示。

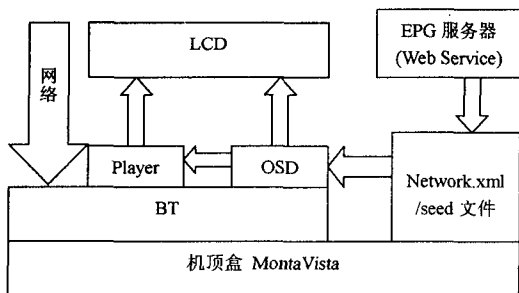


图 3 基于 BitTorrent 的 P2P VOD 系统的总体架构

P2P 最典型的特点就是网络中的所有节点都是对等的,没有客户机和服务器之分,但是纯分布式 P2P 网络的组成是以大量节点为基础的。在视频点播系统中,为了保证用户能随时得到良好的播放效果,P2P 视频点播系统中需要一定的媒体服务器的存在,以提供高性能和稳定的数据源。不过在 P2P 视频点播系统中,功能上媒体服务器和客户机没有很大的区别,只是媒体服务器是专用于向其他节点提供资源的,而且性能上更加强大,所以媒体服务器可以看作是性能强大且只提供资源共享的客户节点。文中设计的基于 BitTorrent 的 P2P 视频点播系统采用了集中目录式 P2P 结构,所以系统中需要 Tracker 的存在,向请求的节点提供当前正在下载特定媒体文件的节点列表。同时,在资源发布服务器上,不仅仅只是发布资源,还要向客户节点提供所请求媒体文件对应的种子文件。有了这些网络成分,就能支撑起 P2P 视频点播系统。

4 仿真实验及效果

基于 linux 环境和 BitTorrent 的工作原理,用 C++ 语言和 Source Insight 工具开发了一个 P2P 视频点播系统软件。该软件包括媒体服务器软件,Tracker 服务器软件和客户端软件。Tracker 服务器负责文件的发布和索引服务,在服务器启动之后,用户可以访问资源发布网页,选择自己需要的内容进行下载;媒体服务器是整个系统的资源文件的来源,负责向客户节点提供完整的视频文件,只上传不下载。

为了验证以上各项设计的合理性和有效性,文中基于该软件进行了仿真实验,仿真系统的架构同图 3。

首先从 <http://10.10.8.200> 节点登陆 Tracker 服务器网页,选择需要的视频文件,下载对应的种子文件并保存到本地(见图 4)。

You have chosen to open

YUI.torrent

which is a BitTorrent seed file

from: <http://10.10.8.200:6969>

What should Firefox do with this file?

☐ Open with g++ (default)

☒ Save to Disk

☒ Do this automatically for files like this from now on.

图 4 种子文件的下载

种子文件保存在 /root/Desktop 目录下,在客户端通过命令 ./rtorrent 进行下载,从图 5 看出,文件是从两个节点上进行下载的,分别是 <http://10.10.8.59> 节点和 <http://10.10.8.128> 节点,实现了多点传输。

```
[root@localhost src]# ./rtorrent /root/Desktop/YUI.torrent
```

```
NULL available list
```

```
Get AddressList from tracker
```

```
Get Availablelist
```

```
tracker List : 10.10.8.200 : 6982   tracker List : 10.10.8.59 : 6932
tracker List : 10.10.8.59 : 6929 tracker List : 10.10.8.128 : 6912   tracker
List : 10.10.8.200 : 6948   AvailableList : 10.10.8.59: 6929
AvailableList : 10.10.8.59: 6932
AvailableList : 10.10.8.128: 6912
AvailableList : 10.10.8.200: 6948
AvailableList : 10.10.8.200: 6982
connect successful: 10.10.8.128: 6912
connect successful: 10.10.8.59: 6929
connect successful: 10.10.8.200: 6982
connect successful: 10.10.8.59: 6932
*****88 play file*****88
```

图 5 视频文件的下载过程

客户端下载过程中,服务器端可以看见下载过程的相关信息,见图 6(此时还未下载完)。

由于在开发板上安装了播放器^[12],通过 decode 命令,就可以对已经下载的视频资源进行播放,即先下载后播放。本系统还支持另一种方式:边下载边播放,即所谓的视频点播,这种方式允许用户通过遥控器对显示器上相应的菜单选项进行点播,系统同时在后台下载视频文件。

5 结束语

文中介绍了 P2P 网络的相关知识,选择了适合 P2P VOD 系统的集中目录式结构。对 BitTorrent 协议进行了分析,在保留了其文件共享和传输机制的基础

上,对其做了改进,增加了滑动窗口机制,使之适应 P2P 视频点播。在此基础上给出了基于 BitTorrent 的 P2P VOD 系统的架构,改进的 BitTorrent 协议是基于 BitTorrent 的 P2P VOD 系统的一部分,通过对完整系统的仿真实验验证了改进后的协议的有效性。

```
hanzi@linux903:~/packages/bnbt
File Edit View Terminal Tabs Help

*** YUI.mp2m2v ***
Peer list  Name: YUI.mp2m2v
           Local id: -1t0380-X16%FBNKXAL306%FE%7FNCB%DCW0B%FF
           Info hash: C8C10F4AEAA08C15A9F9027218BC3A1D96ED368D
           Created: 04/06/2008 9:19:39
File list  Directory: ./YUI.mp2m2v
           Tied to file:
Tracker list  File stats: single 1 files
Chunks seen  Chunks: 496 / 496 * 262144
           Priority: 2
Transfer list Peer exchange: disabled
           State changed: 0:03:30

Memory usage: 0.2 MB
Max memory usage: 819.2 MB
Free disk space: 11157.8 MB
Safe disk space: 512.2 MB

done 123.9 KB Rate: 873.8 / 0.0 KB Uploaded: 119.4 KB
Peers: 1(0) Min/Max: 40/100 Uploads: 15 U/I/C/A: 1/1/0/1 Failed: 0
[ :1589]
[Throttle off/off KB] [Rate 874.5/ 0.9 KB] [Port: 6913] [U 1/0] [D 0/0] [H 0/3]
```

图 6 服务端显示的文件下载过程

参考文献:

- [1] 吴广智. VOD 视频点播核心技术研究[J]. 中山大学学报论丛, 2006, 26(2): 126-128.
- [2] 李杰, 李毅. P2P 实时点播系统[J]. 电脑知识与技术, 2008, 15(6): 1055-1057.
- [3] 程宏. 多媒体网络 QoS 技术简述[J]. 科技信息(科学教研), 2007, 24(35): 235-236.
- [4] 吴国庆. 对等网络技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 100-103.
- [5] 段翰聪. P2P 流媒体分发技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2007.
- [6] Deshpande H, Bawa M, Garcia-Molina H. Streaming live media over a peer-to-peer network[R]. USA: Stanford University, 2001.
- [7] Tran D A, Hua K A, Do T T. A peer-to-peer architecture for media streaming[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2004, 22(1): 121-133.
- [8] COHEN B. Incentives to build robustness in BitTorrent[EB/OL]. 2009-03. <http://www.bittorrent.org/bittorrentecon.pdf>.
- [9] 欧阳荣, 雷振明. BitTorrent 类型 P2P 系统模型研究与性能分析[J]. 北京邮电大学学报, 2006, 29(2): 113-117.
- [10] 王珏. BitTorrent 下载技术研究[J]. 科技广场, 2005, 5(2): 26-27.
- [11] 聂哲. BitTorrent 技术探讨与性能改进[J]. 现代计算机, 2007, 8(6): 107-109.
- [12] 杨刚. 基于 Linux 的嵌入式媒体播放器研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.

(上接第 110 页)

识别算法, 利用了小波基函数的稀疏变化和多尺度差值可以有效地提高 SVM 模型的精度。WSVM 除了具有支持向量机本身的有点外, 其小波核函数是近似相交的, 能够以很高的精度逼近任意函数, 而传统使用的 SVM 的径向基核函数是相关的, 甚至是冗余的, 因而小波支持向量机的计算量相对更小, 更加适合解决 P2P 突变性网络流量的识别问题。

参考文献:

- [1] Cache logic 中国互联网流量分析报告[EB/OL]. 2005. <http://www.cachelogic.com/home/pages/research/p2p.2005.php>.
- [2] Saroiu S, Gummadi P K, Gribble S D. A measurement study of peer-to-peer file sharing systems[C]//Proceeding of the Multimedia Computing and Networking 2002. San Jose, California: ACM Press, 2002: 156-170.
- [3] 蒋海明, 张剑英, 王青青, 等. P2P 流量检测与分析[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 75-79.
- [4] WANG Rui, LIU Yang, YANG Yuexiang, et al. Solving the app-level classification problem of P2P traffic via optimized support vector machines[C]//Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications. Jinan, China: IEEE Computer Society Press, 2006: 534-539.
- [5] 黄烟波, 周磊戈. 基于流特征的 P2P 流量识别方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(9): 46-48.
- [6] 吴敏, 王汝传. 基于主机的 P2P 流量检测与控制方案[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(10): 26-29.
- [7] 宫婧, 孙知信, 陈二运. 一种基于流量行为分析的 P2P 流媒体识别方法[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(9): 128-131.
- [8] 王春枝, 李涛. 基于双层特征的 P2P 流量检测[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(7): 238-241.
- [9] Moore A W, Zuev D. Internet Traffic Classification Using Bayesian Analysis Techniques[C]//ACM SIGMETRICS 2005. Banff, Alberta, Canada: ACM Press, 2005: 50-60.
- [10] 沈富可, 常潘. 基于 BP 神经网络的 P2P 流量识别研究[J]. 计算机应用, 2007, 27(12): 44-45.
- [11] Yang Ai-min. A P2P Network Traffic Classification Method Using SVM[C]//The 9th International Conference for Young Computer Scientists. [s.l.]: IEEE, 2008.
- [12] 崔锦泰. 小波分析导论[M]. 程正兴译. 西安: 西安交通大学出版社, 1997.